



NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY

Особенности распределения линейно поляризованного поля плоской апертуры

Nizhny Novgorod, 2022

Докладчик:

Саратовцев А.Р.

Авторы работы:

Кащеев Н.И., Лысенко Н.А.,

Скулкин С.П., Усков Г.К.



Аннотация

В данной работе приведено описание особенности распределения ближнего поля равномерно освещенной апертуры.

В конце работы приводятся сравнения результатов, полученных тремя методами:

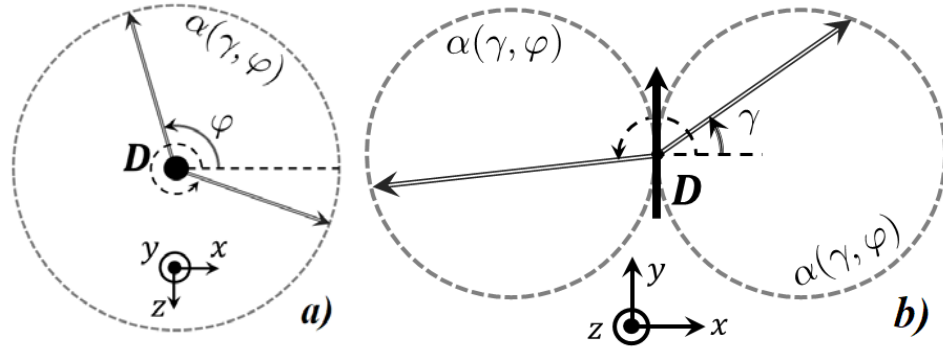
- Геометрическая теория дифракции (GTD),
- Разложение по плоским волнам (PWS)
- Первообразная импульсной характеристики (PIRF)





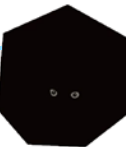
Вводная часть

$$(1) \vec{I}_e = 2 [\vec{n}, \vec{H}_S]$$



$$(2) E(\vec{r}, \omega) = \frac{j\omega}{2\pi c} \iint_{S_a} \frac{g(\vec{r}_a) \alpha(\vec{r}, \vec{r}_a) e^{j\omega|\vec{r}-\vec{r}_a|/c}}{|\vec{r}-\vec{r}_a|} dS_a$$

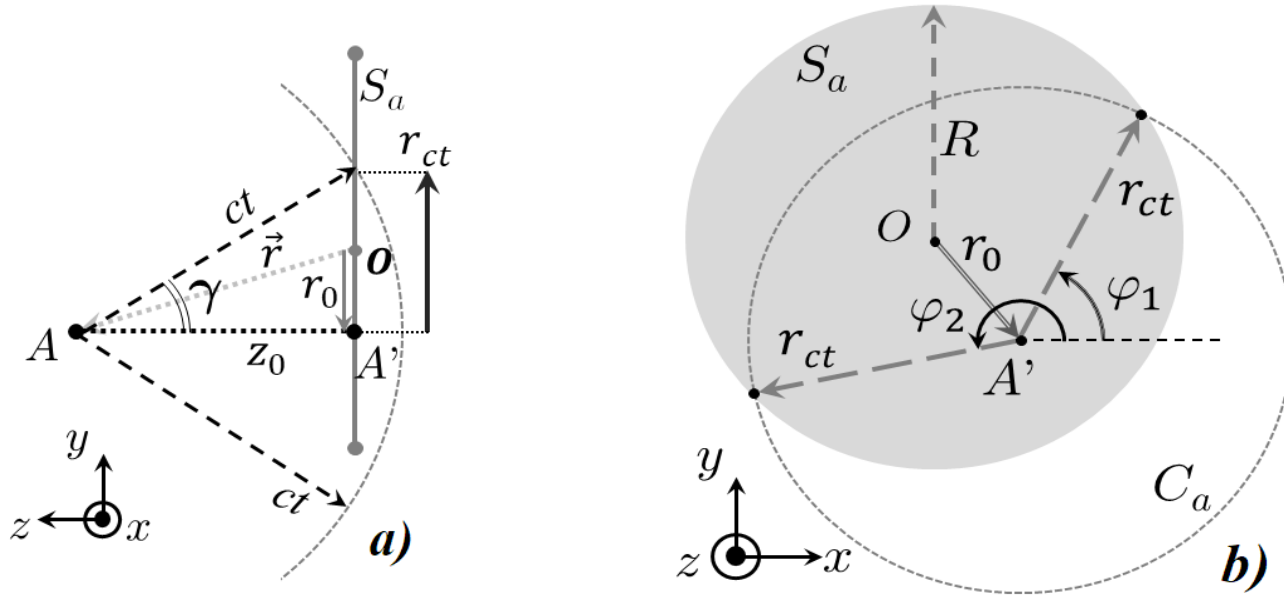
$$(3) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{2\pi c} \iint_{S_a} \frac{g(\vec{r}_a) \alpha(\vec{r}, \vec{r}_a) \delta(t-|\vec{r}-\vec{r}_a|/c)}{|\vec{r}-\vec{r}_a|} dS_a$$





Вводная часть

$$(4) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} g(\vec{r}_a \in C_a) \alpha(\vec{r}, \vec{r}_a \in C_a) d\varphi$$





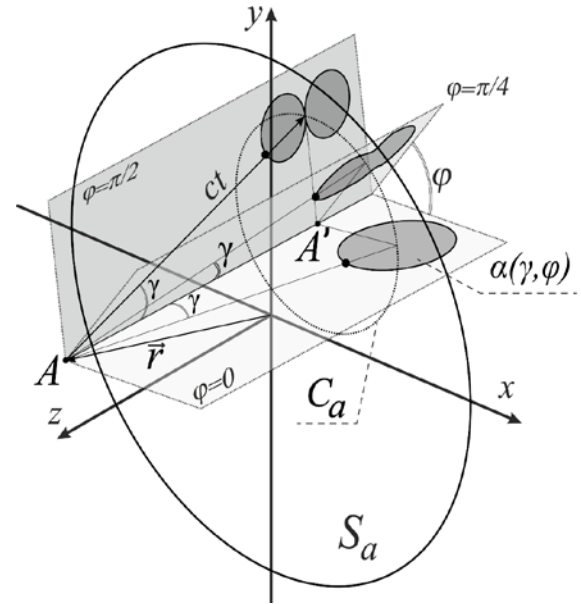
Мозговой штурм

$$(5) \alpha(\vec{r}, \vec{r}_a) = \alpha(\gamma(\vec{r}, \vec{r}_a), \varphi(\vec{r}_a))$$

$$(6) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \alpha(\gamma, \varphi) d\varphi$$

$$(7) \cos(\gamma) = z/ct$$

$$(8) \cos(\gamma) = \alpha(\gamma, 0)$$





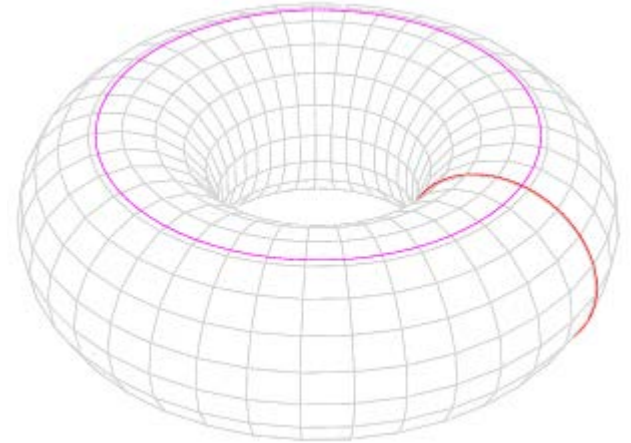
Мозговой штурм

$$(9) \quad (\sqrt{z^2 + x^2} - Q)^2 = y^2 + q^2$$

$$(10) \quad y = \tan(\varphi) \cdot x, \quad z = \forall \in \mathbb{R}$$

$$(11) \quad r_{cs} = \alpha(\gamma, \varphi) = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma \sin^2 \varphi}$$

$$(12) \quad \alpha(t, \varphi) = \sqrt{1 - \left(1 - (z/ct)^2\right) \sin^2(\varphi)}$$





Финальная часть

$$(13) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sqrt{1 - \left(1 - \left(\frac{z}{ct}\right)^2\right)} \sin^2(\varphi) d\varphi$$

$$(14) \beta = 1 / \left(1 - (z/ct)^2\right)$$

$$(15) E(\vec{r}, t) = \frac{1}{2\pi\beta} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sqrt{\beta - \sin^2(\varphi)} d\varphi = \\ = \left(\frac{\sqrt{2\beta + \cos(2\varphi) - 1}}{\sqrt{2\beta + \cos(2\varphi) - 1/b}} \right) E\left(\varphi \middle| \frac{1}{\beta}\right)$$

$$(16) S_{\vec{E}}(\vec{r}, t) = S_{in}(t) \otimes \frac{\partial E(\vec{r}, t)}{\partial t} = S_{in}(t) \otimes h(\vec{r}, t)$$

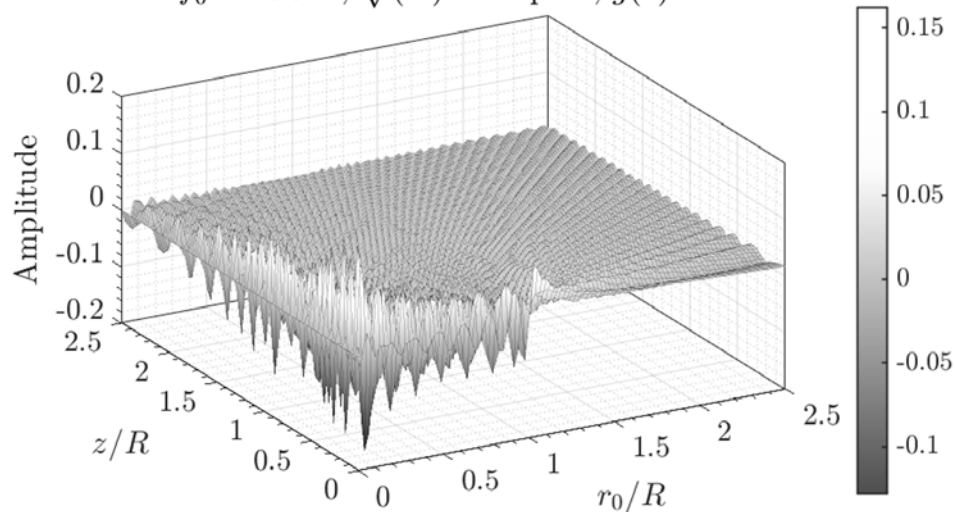




Анализ результатов

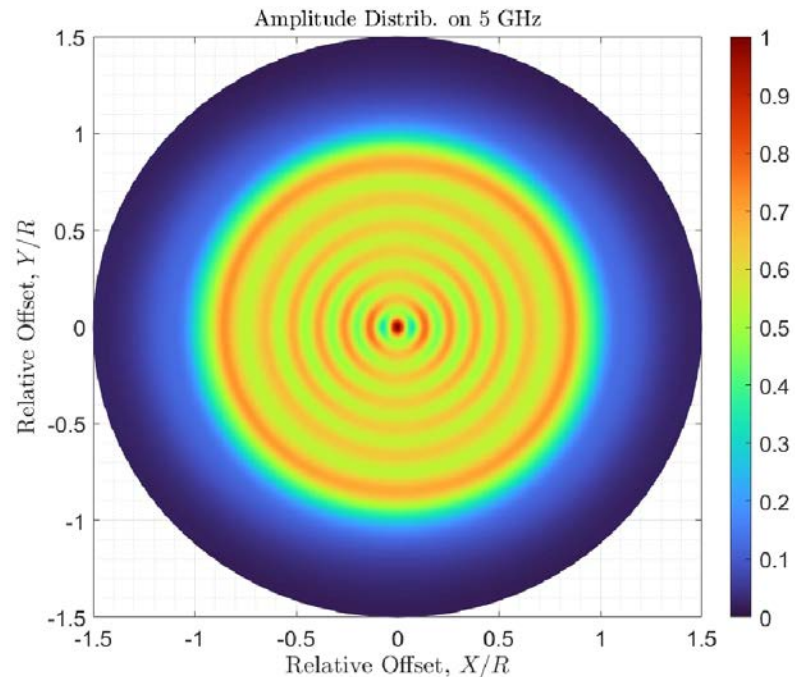
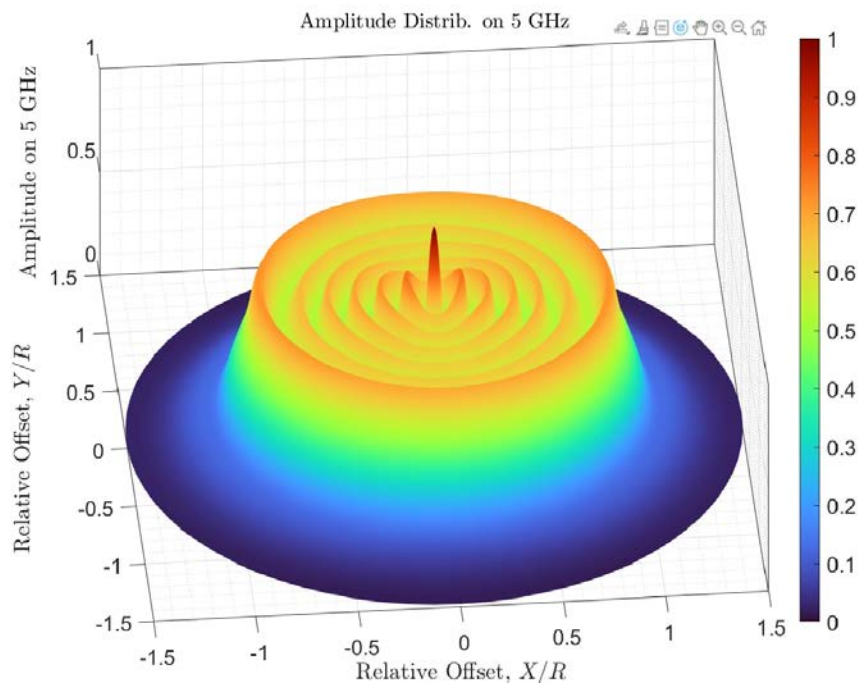
$$h^*(\vec{r}, f) = K^*(\vec{r}, f) = \int \frac{\partial \hat{E}(\vec{r}, t)}{\partial t} e^{j 2\pi f t} dt.$$

Difference X-Y axes NF space response for $\lambda/R = 0.03$,
 $f_0 = 20\text{GHz}$, $\sqrt{(\dots)}$ multiplier, $g(r) = 1$



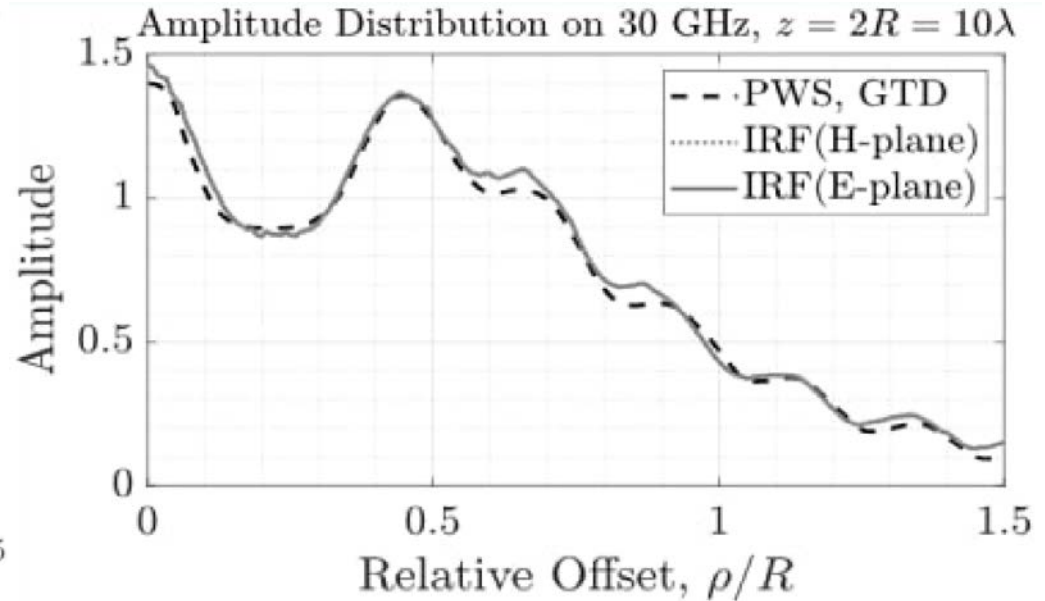
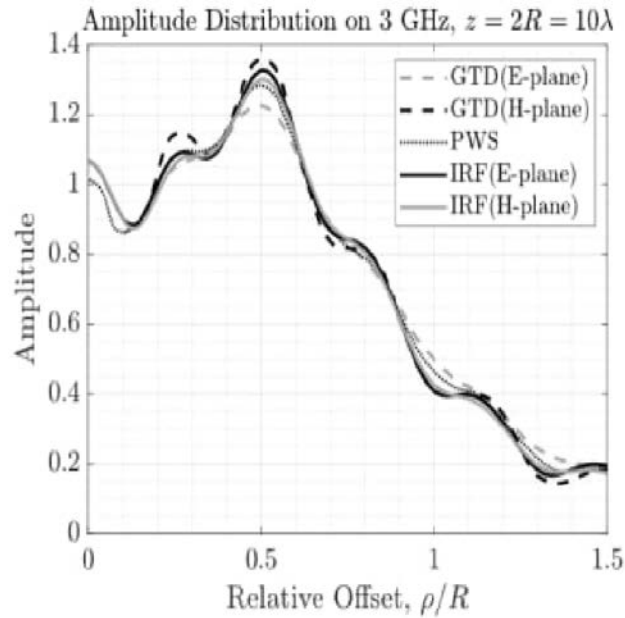


Анализ результатов





Анализ результатов





Используемая литература

- [1] S. P. Skulkin, V. I. Turchin, “Transient field calculation of aperture antennas,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-47, pp. 929-932. May 1999.
- [2] S. P. Skulkin, N.A. Lysenko, G.K. Uskov, and A.M. Bobreshov, “Formulas for Antenna Patterns in Time-Domain and for the Primitive Impulse Response Function of Linearly Polarized Field of Plane Aperture”, *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 19, pp. 1516-1520, 2020, doi:10.1109/lawp.2020.3008116
- [3] N. A. Lysenko, S. P. Skulkin, V. E. Kopytin, G. K. Uskov “Primitive Impulse Response Function for Near Field Calculation And Its Accuracy”, *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 20, pp. 2265-2269,2021, DOI: 10.1109/LAWP.2021.3106567



